



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 199 43 993 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 02 B 71/04  
H 02 K 35/02

⑦ Aktenzeichen: 199 43 993.1  
⑧ Anmeldetag: 14. 9. 1999  
⑨ Offenlegungstag: 15. 3. 2001

DE 199 43 993 A 1

⑦① Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦② Erfinder:  
Rennert, Ingo, 38539 Müden, DE

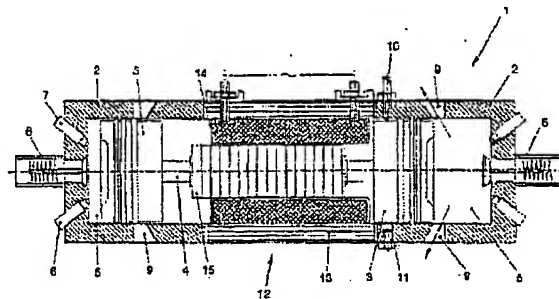
⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 36 00 657 A1  
DE 32 24 723 A1  
DE 31 03 432 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Brennkraftmaschine

⑤⑤ Eine nach dem Zweitaktverfahren arbeitende Brennkraftmaschine umfaßt einen in einem Arbeitszylinder (2) angeordneten freischwingenden Doppelkolben, der zwei über eine Kolbenstange (4) miteinander verbundene und in entsprechenden Brennkammern (5) des Arbeitszylinders (2) beweglich angeordnete Kolben (3) umfaßt. Mit der Brennkraftmaschine ist ein Lineargenerator (12) gekoppelt, der einen in den Arbeitszylinder (2) eingesetzten Generatorzylinder (13) umfaßt, an dessen Innenwand eine Spulenwicklung (14) angeordnet ist. An der Kolbenstange (4) ist ein Permanentmagnet (15) angebracht, der bei Schwingen des Doppelkolbens (3) axial in der Spulenwicklung (14) hin- und herbewegt wird und in der Spulenwicklung (14) eine elektrische Wechselspannung induziert.



DE 199 43 993 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem Lineargenerator nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Bei derartigen Brennkraftmaschinen dient der Lineargenerator als Energiequelle, beispielsweise für ein an den Lineargenerator angeschlossenes Bordnetz eines Kraftfahrzeugs. Zudem ist durch Anlegen einer geeigneten Spannung an den Lineargenerator ein Starten der Brennkraftmaschine möglich.

Eine gattungsgemäße Zweitakt-Brennkraftmaschine ist z. B. in der DE-A-23 55 728 beschrieben. Die Brennkraftmaschine umfaßt einen Arbeitszylinder, in dem ein freischwinger Doppelkolben angeordnet ist. Die beiden Kolben sind beweglich in Brennkammern des Arbeitszylinders gelagert. An der Innenwand des Arbeitszylinders ist über die gesamte Länge des Arbeitszylinders eine Spulenwicklung angeordnet. Der Doppelkolben selbst ist als Permanentmagnet ausgestaltet, so daß bei Schwingen des Doppelkolbens in der Spulenwicklung eine elektrische Wechselspannung induziert wird. Bei dieser Ausgestaltung ist jedoch nachteilig, daß der Doppelkolben selbst aus einem permanentmagnetischen Material besteht. Durch die während des Betriebes auftretende Überhitzung der Kolben kann die magnetische Wirkung der Kolben verloren gehen. Zudem kann bei Überhitzung der Kolben die notwendige Isolierung der Spulenwicklung zerstört werden, da die Spulenwicklung auch im Bereich der Kolben an der Innenwand des Arbeitszylinders angebracht ist.

Eine weitere bekannte Ausgestaltung einer Brennkraftmaschine mit einem Lineargenerator ist in der DE-A-10 93 139 beschrieben. Diese Brennkraftmaschine umfaßt einen Vorverdichtungszyylinder, in dem der eigentliche Arbeitszylinder koaxial angeordnet ist. Zwischen den Wänden des Vorverdichtungszyinders und des Arbeitszylinders ist die Spulenwicklung eines Lineargenerators angeordnet. Neben der Verwendung mehrerer Zylinder und dem daraus folgenden relativ aufwendigen Aufbau dieser Brennkraftmaschine ist bei dieser Ausführungsform zudem die Anordnung der Spulenwicklung zwischen den Wänden der beiden Zylinder nachteilig, da die Wand des Arbeitszylinders eine gewisse magnetische Abschirmwirkung besitzt und somit die Induktion der Spannung behindert.

Auch in der US-A-4532431 und der EP-A-0120986 sind Brennkraftmaschinen mit eingebautem Lineargenerator beschrieben. Die in diesen Druckschriften vorgeschlagenen Brennkraftmaschinen umfassen jedoch nicht nur einen einzigen Arbeitszylinder, in dem sowohl die beiden Brennkammern mit den Kolben sowie der Lineargenerator angeordnet sind, sondern es sind zwei voneinander getrennte Arbeitszylinder für die beiden Kolben vorgesehen, wobei die Kolbenstange aus den beiden Arbeitszylindern herausgeführt ist und durch einen von den beiden Arbeitszylindern separat vorgesehenen weiteren Zylinder verläuft, in dem der Lineargenerator untergebracht ist. Für den Lineargenerator sind jeweils parallel zu der eigentlichen Kolbenstange verlaufende weitere Stangen vorgesehen, welche mit der Kolbenstange im Zwischenraum zwischen dem zuvor genannten Zylinder und den einzelnen Arbeitszylindern verbunden ist, wobei bei der US-A-4532431 an den weiteren Stangen Erregermagnete angebracht sind, welche sich innerhalb stationär angebrachter Spulenwicklungen drehen, während bei der EP-A-0120986 an den weiteren Stangen Spulenwicklungen angebracht sind, welche sich um stationäre Erregermagnete drehen. Aus der obigen Beschreibung dieser Druckschriften folgt, daß der Aufbau der Brennkraftmaschine jeweils nicht kompakt, sondern äußerst platzaufwendig ist.

Schließlich wird in der DE-A-11 08 002 vorgeschlagen, in einem Gehäuse einer Brennkraftmaschine, an dessen Endplatten die Arbeitszylinder für einen freischwinger Doppelkolben befestigt sind, zwei Elektromagnete anzuordnen, wobei jeder Elektromagnet zwei Polsstücke mit zwei Polen und ein zu der Kolbenstange quergerichtetes Joch umfaßt, welches von einer Feldwicklung umgeben ist. Die einander gegenüberliegenden Polsstücke der Elektromagnete bilden auf zwei Seiten der Kolbenstange einen Spalt, in dem ein Anker aus Weicheisen vorgesehen ist, der bei Schwingen des Doppelkolbens magnetische Flußwege abwechselnd für die rechten und linken Paare der einander gegenüberliegenden Pole der beiden Polsstücke schließt, so daß in einer die beiden Pole umgebenden Wicklung eine elektrische Wechselspannung induziert wird. Diese Wicklung verläuft parallel zu der Kolbenstange. Das in dieser Druckschrift vorgeschlagene Prinzip hat einen relativ aufwendigen Aufbau des Lineargenerators zur Folge. Zudem wird nicht direkt in der zuvor erwähnten Spule eine elektrische Spannung induziert, sondern dies geschieht lediglich indirekt durch abwechselndes Schließen der beiden magnetischen Flußwege.

Das Grundprinzip einer Zweitakt-Brennkraftmaschine mit freischwinger Doppelkolben ist ausführlicher beispielsweise in der DE-A-30 29 287 beschrieben, wobei jedoch bei der in dieser Druckschrift beschriebenen Zweitakt-Brennkraftmaschine kein Lineargenerator zum Einsatz kommt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschine mit einem Lineargenerator bereitzustellen, bei dem die Brennkraftmaschine einfach herstellbar und zudem kompakt aufgebaut ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Die Unteransprüche definieren bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine umfaßt einen in den Arbeitszylinder eingesetzten Generatorzylinder, bevorzugt aus keramischem Material, an dessen Innenseite im Bereich der Kolbenstange eine Spulenwicklung angebracht ist. An der Kolbenstange selbst ist zwischen den beiden Kolben ein Permanentmagnet oder ein Permanentmagnetsatz angebracht ist, der bei Schwingen des Doppelkolbens axial in der Spulenwicklung hin- und herbewegt wird und somit in der Spulenwicklung eine elektrische Wechselspannung induziert.

Die Brennkraftmaschine ist bevorzugt als Zweitaktdirekt-einspritzermotor ausgestaltet, wobei jede Brennkammer jeweils mindestens einen Einlaß für einen Brennstoff, ein Zündmittel zum Zünden des Brennstoffes in der entsprechenden Brennkammer und einen Auslaß zum Abführen des verbrauchten Brennstoffes aufweist.

Die Breite der Spulenwicklung entspricht vorteilhafterweise in etwa der Breite des Permanentmagneten, und der Durchmesser des Generatorzylinders entspricht in etwa dem Durchmesser des Arbeitszylinders.

Insgesamt wird somit eine äußerst kompakt aufgebaute Brennkraftmaschine mit lediglich einem Arbeitszylinder vorgeschlagen, bei welcher der Lineargenerator nach einem einfachen Prinzip arbeitet. Durch den Arbeitszylinder und den Generatorzylinder wird ein kompaktes Gehäuse der Brennkraftmaschine gebildet.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben.

Bei der in der einzigen Figur dargestellten Brennkraftmaschine 1 handelt es sich um einen nach dem Zweitaktverfahren arbeitenden Freikolbenmotor für ein Kraftfahrzeug mit einem starren Doppelkolben. Die beiden Kolben 3 des Dop-

pelkolbens sind durch eine Kolbenstange 4 miteinander verbunden. Der Doppelkolben ist freischwingend axial in einem Arbeitszylinder 2 angeordnet, wobei durch die Seitenwand des Arbeitszylinders 2 jeweils eine Brennkammer 5 begrenzt wird. Die Kolben 3 liegen im Gegensatz zu der aus der DE-A-30 29 287 bekannten Ausgestaltung jeweils axial innen von der entsprechenden Brennkammer 5, d. h. jede Brennkammer 5 wird zudem seitlich durch die Stirnfläche eines der beiden Kolben 3 begrenzt. Die Brennkammern 5 können über Stangenschrauben gegeneinander verspannt werden. Jede Brennkammer 5 weist eine Einspritzdüse 7 zum Einspritzen eines geeigneten Brennstoffes, beispielsweise Gas, Diesel, Rapsöl usw., auf. Ebenso ist in jeder Brennkammer 5 ein Luftansaugventil 6, eine Zündkerze 8 zum Zünden des eingespritzten Brennstoffes und ein Auslaß 9 zum Abführen des verbrannten bzw. verbrauchten Brennstoffes vorgesehen.

Durch Hin- und Herschwingen des Doppelkolbens wird somit jeweils abwechselnd eine der beiden Brennkammern 5 komprimiert. In der Zeichnung ist dies die linke Brennkammer 5. In dieser Kompressionsstellung des Doppelkolbens sind die Auslässe 9 der komprimierten Brennkammer 5 durch den entsprechenden Kolben 3 verschlossen, und in der komprimierten Brennkammer 5 wird der über die Einspritzdüse 7 eingespritzte Brennstoff mit Hilfe der entsprechenden Zündkerze 8 gezündet. Die rechte Brennkammer 5 ist hingegen nicht komprimiert, da sich der entsprechende Kolben 3 in seiner ausgefahrenen Stellung befindet. In dieser Stellung des rechten Kolbens 3 sind die rechten Auslässe 9 geöffnet, so daß aus der rechten Brennkammer 5 verbrannter Brennstoff über die Auslässe 9 austreten kann. Nach Entzündung des Brennstoffes in der linken Brennkammer 5 wird der Doppelkolben durch den dabei entstehenden Druck nach rechts bewegt. Auf diese Weise werden die Auslässe 9 in der linken Brennkammer 5 von dem linken Kolben freigegeben, und der verbrauchte Brennstoff kann aus der linken Brennkammer 5 entweichen. Des weiteren wird dadurch die rechte Brennkammer 5 und der durch die entsprechende Einspritzdüse 7 zugeführte Brennstoff komprimiert und über die Zündkerze 8 entzündet. Anschließend wiederholt sich der zuvor beschriebene Vorgang, so daß es zu einem kontinuierlichen Hin- und Herschwingen des Doppelkolbens kommt. Über einen Tropföler 10 kann die Brennkraftmaschine geschmiert werden. Des weiteren ist eine Ölablaßschraube 11 vorgesehen, um bei Bedarf Schmieröl ablassen zu können.

Durch das zuvor beschriebene Direkteinspritzerprinzip wird eine nachteilige Vermischung der Abgase mit Teilen des unverbrauchten Brennstoffes, wie es beispielsweise bei der in der DE-A-30 29 287 beschriebenen Zweitakt-Brennkraftmaschine auftritt, vermieden.

Die Abgase können über die Auslässe 9 in einen umlaufenden Sammler austreten, wobei für jede Brennkammer 5 ein separater Sammler oder für beide Brennkammern 5 eine gemeinsame Sammelanlage vorgesehen sein kann, von der die Abgase beispielsweise in den Hauptkatalysator des entsprechenden Kraftfahrzeugs weitergeleitet werden. Ebenso ist die Nachschaltung einer Rußfalle, eines Kollektors oder eines Nachbrenners empfehlenswert.

Die in Fig. 1 gezeigte Brennkraftmaschine 1 weist als elektrische Energiequelle einen innenliegenden Lineargenerator 12 auf. Der Lineargenerator 12 umfaßt einen Generatorzylinder 13, welcher vorzugsweise aus Keramik oder alternativ auch aus Metall oder Kunststoff gefertigt und wie gezeigt blündig, d. h. mit demselben Durchmesser, in den Arbeitszylinder 2 eingesetzt ist. Der Arbeitszylinder 2 umfaßt somit zwei Zylinderhälften, welche über den Generatorzylinder 13 miteinander verbunden sind. An der Innenwand

des Generatorzylinders 13 ist im Bereich der Kolbenstange 4 eine Kupfer- oder Aluminiumspule 14 angebracht. An der Kolbenstange 4 ist zudem ein Permanentmagnetsatz 15 angebracht, welcher vorzugsweise dieselbe axiale Länge wie die Spule 14 besitzt. Durch diese Anordnung wird im Gegensatz zu der eingangs beschriebenen Druckschrift DE-A-23 55 728 sichergestellt, daß die permanentmagnetische Wirkung auf den Bereich des Permanentmagnetsatzes 15 beschränkt ist, d. h. die beiden Kolben 3 sind nicht permanentmagnetisch. Zudem ist die Spule 14, wie in der Zeichnung dargestellt ist, auf den Bereich zwischen den beiden Kolben 3, d. h. den Bereich der Kolbenstange 4 begrenzt.

Durch das Hin- und Herschwingen des Doppelkolbens wird der an der Kolbenstange 4 befestigte Permanentmagnetsatz axial durch die innenliegende Spule 14 bewegt und induziert in der Spule eine Wechselspannung, die je nach Anwendungsfall zwischen 12 und 300 Volt liegen kann. Diese Wechselspannung kann an der Spule abgegriffen werden und beispielsweise als Versorgungsspannung für das Bordnetz des Kraftfahrzeugs dienen.

Darüber hinaus kann der Lineargenerator 12 auch eine Startfunktion für die Brennkraftmaschine 1 wahrnehmen. Durch Anlegen einer Gleichspannung an die Spule 14 bei Stillstand des Doppelkolbens wird dieser durch die daraus resultierende magnetische Wechselwirkung mit dem Permanentmagnetsatz 15 entweder nach links oder nach rechts verschoben und eine der beiden Brennkammern 5 durch den entsprechenden Kolben 3 komprimiert, so daß in der komprimierten Brennkammer der Brennstoff eingespritzt und entzündet werden kann. Als Starthilfe können dabei die bereits erwähnten Luftansaugventile 6 dienen, welche durch das Zuführen von Luft das Dekomprimieren des jeweiligen Gegenzylinders unterstützen. In der Zeichnung ist daher das der entkomprimierten Brennkammer 5 zugeordnete Luftansaugventil geöffnet, während das der komprimierten Brennkammer 5 zugeordnete Luftansaugventil 6 geschlossen ist.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Brennkraftmaschine
- 2 Arbeitszylinder
- 3 Kolben
- 4 Kolbenstange
- 5 Brennkammer
- 6 Luftansaugventil
- 7 Einspritzdüse
- 8 Zündkerze
- 9 Abgasöffnung
- 10 Tropföler
- 11 Ölablaßschraube
- 12 Lineargenerator
- 13 Generatorzylinder
- 14 Spule
- 15 Permanentmagnetsatz

#### Patentsprüche

1. Brennkraftmaschine, mit einem in einem Arbeitszylinder (2) angeordneten freischwingenden Doppelkolben, der zwei über eine Kolbenstange (4) miteinander verbundene und in entsprechenden Brennkammern (5) des Arbeitszylinders (2) beweglich angeordnete Kolben (3) umfaßt, und mit einem Lineargenerator (12), der eine im Bereich der Kolbenstange (4) stationär angeordnete und diese umgebende Spulenwicklung (14) umfaßt, in der bei Schwingen des Doppelkolbens (3) eine elektrische Spannung induziert wird, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Spulenwicklung (14) an der Innenseite eines in den Arbeitszylinder (2) eingesetzten Generatorzylinders (13) angebracht ist, und daß an der Kolbenstange (4) zwischen den beiden Kolben (3) mindestens ein Permanentmagnet (15) angebracht ist, der bei Schwingen des Doppelkolbens (3) axial in der Spulenwicklung (14) hin- und herbewegt wird.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Generatorzylinder (13) aus Keramik, Kunststoff oder Metall gefertigt ist.
3. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Kolben (3) des Doppelkolbens axial innen in den entsprechenden Brennraum (5) des Arbeitszylinders (2) angeordnet sind.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine (1) als Direkteinspritzermotor ausgestaltet ist, und daß jede Brennkammer (5) jeweils mindestens einen Einlaß (7) für einen Brennstoff, ein Zündmittel (8) zum Zünden des Brennstoffes in der entsprechenden Brennkammer (5) und einen Auslaß (9) zum Abführen des verbrannten Brennstoffes aufweist.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (3) aus einem nicht-permanentmagnetischen Material gefertigt sind.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite der Spulenwicklung (14) in etwa der Breite des Permanentmagneten (15) entspricht.
7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Generatorzylinders (13) in etwa dem Durchmesser des Arbeitszylinders (2) entspricht.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß jede Brennkammer (5) der Brennkraftmaschine (1) ein Luftzufuhrventil (6) aufweist, um durch Zuführen von Luft das Herausbewegen des entsprechenden Kolbens (3) aus der Brennkammer (5) zu unterstützen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

